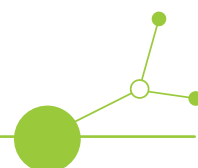


MAURICE

Poročilo D.4.4.3

Kazalniki podnebno odporne mestne odvodnje



Končna različica
03 2026





Opis aktivnosti iz prijavnice - Slovenska različica:

DS 4 Odpornost kakovosti urbane podzemne vode na podnebne spremembe, s pomočjo elementov prostorskega načrtovanja

Aktivnost 4.4 Skupne rešitve, kako iz strateških načrtov vpeljati ukrepe za odpornost mestne podzemne vode na podnebne spremembe

Poročilo 4.4.3 Kazalniki podnebno odporne mestne odvodnje

Opis končnega izdelka: Sprejeta knjižica »Trajnostno urbano odvodnjavanje za obnavljanje kakovosti mestne vode kot prispevek k podnebno odpornim ukrepom (elementi prostorskega urejanja in njihova povezanost z mestno odvodnjo)«

Datum: Perioda 6, 31 - 36

Avtorji: Prestor, J., Biondić, R., Pestotnik, S., Plantak, L., Viršek, S., Loborec, J., Leskovar, K., Meaški, H., Grčić, I.



Vsebina

Seznam simbolov in oznak	3
UVOD	4
A. VZDRŽNA MESTNA ODVODNJA	4
1. PODNEBNO ODPORNI POSEGI	5
1.1. Krepitev odpornosti infrastrukture	5
1.2. Primeri alternativnih možnosti in ukrepov, povezanih s prilagajanjem podnebnim spremembam	6
2. REGULACIJSKI ELEMENTI	6
2.1. Regulacijski elementi in odvodnja padavinskih vod	6
2.2. Načrtovanje količine padavinske vode za odvodnjo	8
2.3. Načrtovanje kakovosti padavinske vode za odvodnjavanje	10
2.4. Pomen regulacijskih elementov pri načrtovanju odvodnje na enoti urejanja prostora	13
3. NAČRTOVANJE ODVODNJE ZA KONČNO STANJE UREDITVE	14
3.1. Regulacijski elementi	14
3.2. Možni odvodniki	14
3.3. Zatesnjena površina zemljišča	15
B. PRIMERJALNA ANALIZA ODPORNOSTI ODVODNJE	16
4. ANALIZA PREDNOSTI IN MOŽNOSTI IZBOLJŠAV	16
5. KAZALNIKI ODPORNOSTI ODVODNJE	16
5.1. Načrtovanje odvodnje - iskanje najboljših rešitev	16
5.2. Odtok in zadrževanje - obremenitve na okolje in varnost	16
5.3. Ponikanje in odvajanje - vzdrževanje vodnega kroga	17
C. ORODJA	18
6. VIRI	19



Seznam simbolov in oznak

A - Površina zemljišča (m^2)

A_{imp} - Neprepustna površina zemljišča (m^2)

BP - Odprte bivalne površine (m^2)

dQ_{pon} - Delež odtoka padavinske vode, ki ga bo možno ponikati v podtalje

dQ_{pz} - Delež odtoka padavinske vode, ki ga bo možno odvajati po posebnih zahtevah

FBP - Faktor odprtih bivalnih površin

FPP - Faktor prekritih površin

FRP - Faktor raščnega dela parcele

FI - Faktor izrabe

FU - Faktor utrjenih zunanjih površin

FU_B - Faktor utrjene bivalne površine

FU_P - Faktor utrjene prometne, komunalne in tehnične površine

FZ - Faktor zazidane površine

FZP - Faktor zelenih površin

GPS - Gradbena parcela stavbe (m^2)

GPS-P - Prekriti del GPS (m^2)

GPS-R - Raščeni del GPS (m^2)

$q_{0(r,D)}$ - Izhodiščni specifični dotok iz naliva s povratno dobo r (let) in trajanjem naliva D (minut) oz. projektna intenziteta naliva ($l/s/ha$)

q_{min} - minimalni specifični dotok iz naliva ($l/s/ha$)

U - Utrjena zunanja površina (m^2)

U_B - Utrjene bivalne površine (m^2)

U_B_{tlak} - Nasuta ali tlakovana bivalna površina, neposredno na zemljišču ali nad podzem. prostorom (m^2)

U_B_{zno} - Zelena površina nad objektom = npr. intenzivno/ekstenzivno ozelenjena streha podzemnega prostora, ki je urejena na koti naravnega terena (m^2)

U_P - Utrjene prometne, komunalne in tehnične površine (m^2)

U_P_{kom} - Komunalna površina = nasuta ali tlakovana, neposredno na zemljišču ali nad podzemnim prostorom (m^2)

U_P_{prom} - Prometna površina = nasuta ali tlakovana, neposredno na zemljišču ali nad podzemnim prostorom (m^2)

U_P_{teh} - Tehnična površina = npr. zunanja skladiščna površina, zunanja površina za odlaganje ipd. (m^2)

Z - Zazidane površine (m^2)

Z_{glav} - Zazidana površina pod glavno stavbo (m^2)

ZP - Zelene površine (m^2)

Z_{pom} - Zazidana površina pod pomožnimi objekti (m^2)

ψ - Koeficient odtoka

ψ_m - Srednja vrednost koeficient odtoka

$\psi_{m,tip}$ - Tipična srednja vrednost koeficient odtoka



UVOD

Ekonomski vidik je ključen za vzdržnost mestne odvodnje, zato je treba upoštevati realne stroške od nastanka padavinske odpadne vode do njenega končnega izpusta v okolje.

Upravljanje padavinske odpadne vode temelji na pretekli zasnovi in praksi odvodnje v mestu ter se razvija k najprimernejši delitvi obremenitev med posameznim investitorjem in skupnostjo.

Načrtovanje padavinskih vod je neposredno povezano z varnostjo ljudi in premoženja. V ekonomiki se išče najboljše razmerje med stroški investicije in rednega vzdrževanja ter zahtevano varnostjo.

Možnosti odvajanja padavinske vode so predvsem pogojene z naravnimi razmerami, zato sta ekonomski vidik in vzdržnost mestne odvodnje toliko boljša, kolikor bolj se načrtovanje prilagaja naravnim razmeram.

Prilagajanje naravnim razmeram se začne pri načrtovanju prostorskih ureditev z regulacijskimi elementi. Šele ko so ukrepi prilagajanja na podnebne spremembe vključeni v prostorski načrt, so dejansko vpeljani.

V tem poročilu so predstavljeni ključni kazalniki, ki kažejo, kako podnebno odporna je ureditev odvodnje na enoti urejanja prostora, predvsem pa, kako jo je mogoče najlažje izboljšati.

A. VZDRŽNA MESTNA ODVODNJA

Pri upravljanju padavinskega odtoka se vse bolj krepi zavedanje, da se je padavinskemu odtoku, če je le mogoče, treba izogniti ali ga zmanjšati na mestu nastanka. Če to ni mogoče, je potrebno začasno zadrževanje deževnice, da se ublaži odtok, zaščitijo odvodni sistemi pred preobremenitvijo in omejijo njihove dimenzije. Projektiranje in dimenzioniranje ekonomsko vzdržnih zadrževalnikov zahteva čim več inovativnosti pri prilagajanju zasnove načrtovane dejavnosti, arhitekture in prostorske ureditve naravnim razmeram na vsakem zemljišču posebej.

Pomemben vpliv na načrtovanje posega lahko izhaja iz možnih učinkov podnebnih sprememb. Projekcije padavin, ki so danes na voljo, kažejo zelo visoko stopnjo variabilnosti. Pri načrtovanju zadrževanja je še posebej pomembno povečanje lokalnih močnih nalivov, saj to lahko povzroči povečanje zahtevanih zadrževalnih prostornin. Vendar pa zaradi velike regionalne variabilnosti in velikih negotovosti v napovedih razvoja padavin ni priporočljivo, da se določi splošen dodatni varnostni faktor za podnebne spremembe. Varnostni faktor naj bo racionalno določen glede na oceno tveganja posledic za vsak načrtovani poseg. Pri tem je treba upoštevati in predvideti možnosti kasnejšega širjenja zadrževalnega območja ter zmanjševanja količine padavinske vode z uvajanjem prepustnih površin.

Pri načrtovanju in dimenzioniranju odvodnih sistemov je treba prednostno izkoristiti vse možnosti decentraliziranega upravljanja padavinske vode, da se zmanjša odvajanje padavinske vode v javno kanalizacijo. Povečano število močnih deževij skupaj z večanjem utrjenih zemljišč vse bolj povzroča preobremenitev javnih kanalizacijskih sistemov. Številna mesta in občine zdaj popolnoma ali delno prepovedujejo odvajanje padavinske vode s posesti v javno kanalizacijo, padavinske vode pa ni dovoljeno odvajati na javne prometne površine.

Dobro upravljanje s padavinsko vodo pomeni odpiranje območij, zmanjševanje zatesnjenosti, povečanje prepustnosti, spodbujanje izhlapevanja in transpiracije, zadrževanje, čiščenje ter ponikanje (»načelo spužvastega mesta«), kar je treba upoštevati čim bolj zgodaj pri gradbenih projektih.



1. PODNEBNO ODPORNI POSEGI

1.1. Krepitev odpornosti infrastrukture

Načrtovanje podnebno odpornih posegov sledi usmeritvam iz Tehnične smernice za krepitev podnebne odpornosti infrastrukture v obdobju 2021-2027 (2021/C 373/01)ⁱ:

1. Krepitev podnebne odpornosti je proces, ki v razvoj infrastrukturnih projektov vključuje ukrepe za blažitev podnebnih sprememb in prilagajanje nanje.
2. Posegi so skladni s Pariškim sporazumom in podnebnimi cilji EU, sledijo načelu „energijska učinkovitost na prvem mestu“ in načelu „da se ne škoduje bistveno“.
3. Ukrepi za prilagajanje podnebnim spremembam pri infrastrukturnih projektih so osredotočeni na zagotavljanje ustrezne ravni odpornosti na vplive podnebnih sprememb, kar vključuje akutne dogodke, kot so intenzivnejše poplave, plohe, suše, vročinski valovi, požari v naravi, nevihte, zemeljski plazovi in orkani, ter kronične dogodke, kot so predvideni dvig morske gladine in spremembe povprečne količine padavin, vlažnosti tal in zraka.
4. Območja z majhno količino sezonskih padavin, ki se še zmanjšuje, so pogosto izpostavljena vse večjim tveganjem suše, posedanja tal in požarov v naravi.
5. Območja z večjo količino sezonskih padavin (morda v kombinaciji s hitrejšim taljenjem snega in plohami) so pogostejše izpostavljena hudourniškim poplavam in eroziji.
6. Suša - treba je uvesti tehnologije in metode za zajetje padavinskih voda;
7. Poplavni režimi in dogodki z ekstremnimi padavinami - obravnavati je treba nekatera ključna vprašanja za opredelitev vprašanj v zvezi s prilagajanjem podnebnim spremembam:
 - a) Ali bo predlagani projekt ogrožen, ker je v rečnem poplavnem območju?
 - b) Ali se bo z njim spremenila zmožljivost obstoječih poplavnih območij za naravno obvladovanje poplav?
 - c) Ali se bo z njim spremenila zmožljivost zadrževanja vode v zbirnem območju?
 - d) Ali so nasipi dovolj stabilni, da prenesejo poplave?
 - e) Ali bo projekt ogrožen zaradi dviga plitve podzemne vode?ⁱⁱ
 - f) Katera infrastruktura (npr. obstoječi ali načrtovani cestni odseki, oskrba z vodo, energija) je ogrožena zaradi svoje lokacije na poplavnih območjih?
 - g) Ali zmožljivost omrežij zadostuje za obvladovanje morebitnih ekstremnih padavin?
 - h) Ali zasnova odvodnih sistemov preprečuje usmerjanje odvodnjevane vode v nižje ležeča območja?
 - i) Ali se bo s predlaganim javnim načrtom/programom zmanjšala ali okrepila zmožljivost ekosistemov in poplavnih območij za naravno obvladovanje poplav?
 - j) Ali se bo s predlaganim javnim načrtom/programom zmanjšala ali okrepila izpostavljenost ranljivih (npr. starejših oseb, oseb s slabim zdravjem ali mladih, oseb, katerih dohodek/možnosti preživljanja in kulturna dediščina so odvisni od naravnih virov, ter oseb z določenimi socialno-ekonomskimi značilnostmi, ki imajo manjšo sposobnost prilagajanja) ali občutljivih sprejemnikov (npr. kritična infrastruktura) zaradi poplav ali vpliva na kulturno dediščino?



1.2. Primeri alternativnih možnosti in ukrepov, povezanih s prilagajanjem podnebnim spremembam

Razmisliti je treba o spremembah konstrukcije, ki dopuščajo zvišanje vodostaja in gladine podzemne vode (npr. gradnja na stebrih).

Zaščiti infrastrukturo, ki je izpostavljena poplavam ali kritično poplavno ogrožena:

- s samodejnim dvigom poplavnih pregrad, ki uporabljajo dvižno moč bližajoče se poplavne vode,
- postavitev povratnih ventilov v odvodnih sistemih, da notranjo opremo zaščitijo pred poplavami, zaradi povratnega toka odpadne vode);
- izboljšati možnost dreniranja, odvajanja, sušenja objektov in naprav.

Zagotoviti je treba, da je vsa obstoječa ali načrtovana osnovna infrastruktura zaščitena pred prihodnjo poplavno ogroženostjo.

Na območjih z visokim tveganjem je treba razmisliti o ureditvah za dobavo blaga/storitev, ki bi lahko bile prekinjene zaradi poplav.

Povečati je treba odpornost proti poplavam z uporabo trajnostnih odvodnih sistemov.

Povečati je treba obseg prepustnih in zelenih površin ter površin namenjenih preplavitvam v času ekstremnih dogodkov v novih javnih načrtih/programih.

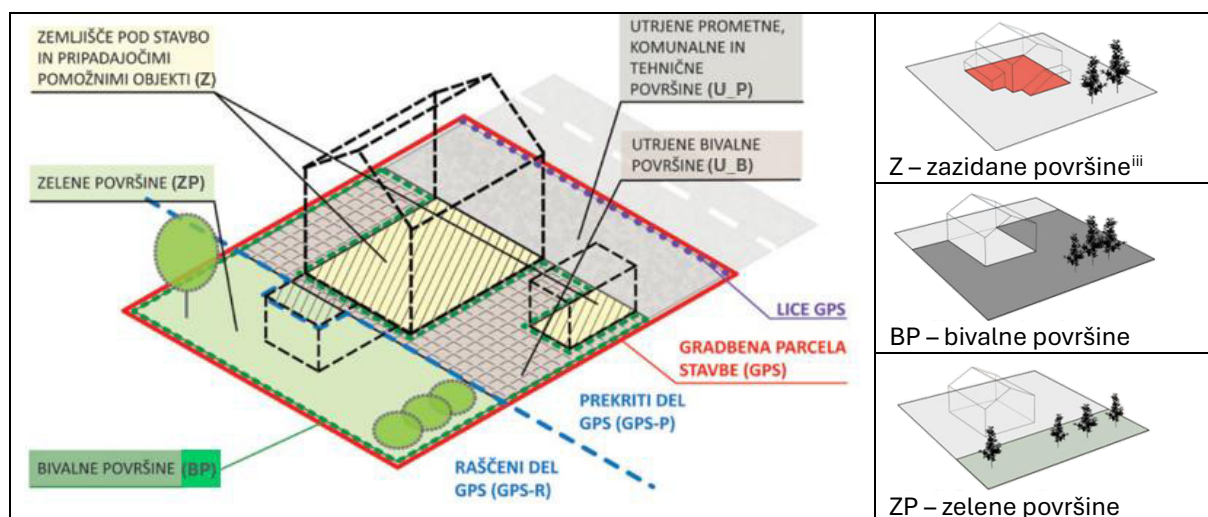
Preprečiti je treba zmanjševanje skladiščnih zmogljivosti na poplavnih območjih.

PRILOGA F - Priporočila v podporo krepitvi podnebne odpornosti F.1. PODPORNOKVIR NA NACIONALNI, REGIONALNI IN LOKALNI RAVNI (podatki o padavinah in podnebnju, na primer, plohe, deževni dogodki, model kartiranja Blue Spot).

2. REGULACIJSKI ELEMENTI

2.1. Regulacijski elementi in odvodnja padavinskih vod

Organizacija gradbene parcele je močno povezana z odvodnjo z dveh glavnih vidikov: možnostjo ponikanja padavinske vode in njeno obremenjenostjo z onesnaževali. Zaradi tega so v tem poglavju povzete in sistematično prikazane podenote ter njihova imenovanja in označevanja, ki se uporabljajo v prostorskem načrtovanju za organizacijo gradbene parcele (Slika 1, Preglednica 1).





Slika 1. Shematski prikaz podrobne delitve prekritega in raščenege dela gradbene parcele na podenote na primeru stanovanjske stavbe (prirejeno po: Nikšič, M. in sod., 2021).

Preglednica 1. Podenote gradbene parcele stavbe GPS (prirejeno po: Nikšič, M. in sod., 2021).

GPS Gradbena parcela stavbe (m ²)	
Podenote gradbene parcele stavbe:	
GPS_R	Raščeni del GPS = Zunanja površina na gradbeni parceli stavbe, ki ohranja neposreden stik z geološko podlago in s tem sposobnost zadrževanja, odtekanja in ponikanja vode ter omogoča zasaditev visoke vegetacije, lahko je namenjena zunanjemu bivanju (m ²)
ZP	Zelena površina (m ²)
GPS_P	Prekrita površina GPS = Površina pozidana s stavbami (vključno s podzemnimi deli stavb, balkoni, napušči, nadstreški) in pripadajočimi pomožnimi objekti ali urejena kot utrjena zunanja površina (m ²)
Z	Zazidana površina (površina vseh stavb in pripadajočih pomožnih objektov (m ²))
U	Utrjena zunanja površina (m ²)
U_P	Utrjena površina na prostem za prometne, komunalne in tehnične namene (m ²)
U_B	Utrjena bivalna površina namenjena bivanju na prostem (m ²)
BP	Odprta bivalna površina (m ²)

Celotna gradbena parcela je organizirana s podrobnejšo delitvijo na podenote na štirih ravneh (Preglednica 2). Takšna delitev je potrebna zlasti z vidika univerzalne uporabe pripravljenih strokovnih podlag.

S stališča odvodnje je ključna že delitev parcele na prvi ravni na podenoti prekritega in raščenege dela parcele (GPS-P in GPS-R). Raščeni del parcele (GPS-R) omogoča ohranjanje naravne infiltracije padavinske vode ter zagotavlja površino za ponikanje in zadrževanje odpadne padavinske vode s prekritega dela parcele na čim bolj sonaraven način.

Podenota Z (zazidana površina - Preglednica 1) določa, s katere površine na parceli bo dotekala oziroma kolikšna bo količina, praviloma čistih, strešnih padavinskih vod.

Podenote U (utrjene zunanje površine Preglednica 2,

Preglednica 4) kažejo, s kakšnimi količinami različno obremenjenih padavinskih vod je treba računati.

Preglednica 2. Hierarhična shema organizacije gradbene parcele stavbe (po: Nikšič, M. in sod., 2021).

GPS							
GPS-P							GPS-R
Z		U					
		U-P			U-B		
Z _{glav}	Z _{pom}	U-P _{prom}	U-P _{kom}	U-P _{teh}	U-B _{tlak}	U-B _{zno}	ZP

Preglednica 3. Zveze med podenotami gradbene parcele stavbe.

$U = U_B + U_P$	Utrjena zunanja površina (m ²)
$GPS_P = Z + U_B + U_P$	Prekrita površina (m ²)
$GPS_R = GPS - GPS_P$	Raščeni del gradbene parcele stavbe (m ²)
$BP = GPS_R + U_B = GPS - Z - U_P$	Odprta bivalna površina (m ²)



Preglednica 4. Dodatna delitev podenot gradbene parcele stavbe.

Dodatna delitev podenot gradbene parcele stavbe	
Z_{glav}	Zazidana površina pod glavno stavbo (m^2)
Z_{pom}	Zazidana površina pod pomožnimi objekti (m^2)
$U_{B_{zno}}$	Zelena površina nad objektom = npr. intenzivno/ekstenzivno ozelenjena streha podzemnega prostora, ki je urejena na koti naravnega terena (m^2)
$U_{B_{tlak}}$	Nasuta ali tlakovana bivalna površina, neposredno na zemljišču ali nad podzemnim prostorom (m^2)
$U_{P_{prom}}$	Prometna površina = nasuta ali tlakovana, neposredno na zemljišču ali nad podzemnim prostorom (m^2)
$U_{P_{kom}}$	Komunalna površina = nasuta ali tlakovana, neposredno na zemljišču ali nad podzemnim prostorom (m^2)
$U_{P_{teh}}$	Tehnična površina = npr. zunanja skladiščna površina, zunanja površina za odlaganje ipd. (m^2)

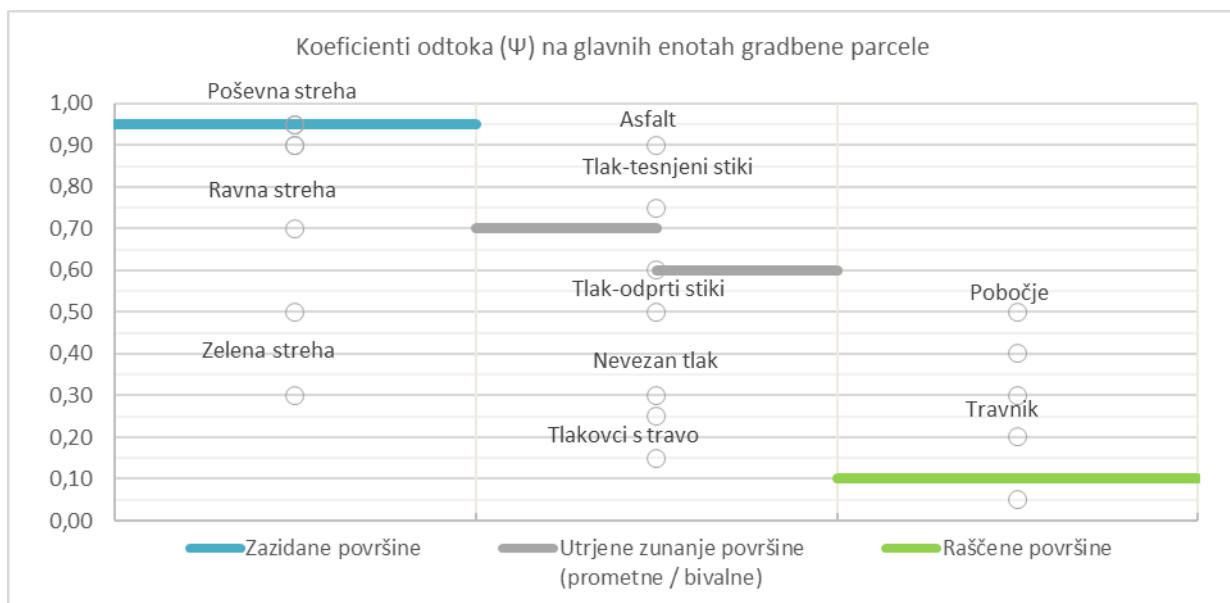
2.2. Načrtovanje količine padavinske vode za odvodnjo

Količina padavinske vode, ki bo odtekala z zemljišča, je odvisna od njegove organiziranosti, odtočnih koeficientov posameznih podenot in neprepustne površine zemljišča.

$$A_{imp} = A \cdot \Psi_m = \sum (A_i \cdot \Psi_i)$$

- A_{imp}
- A
- Ψ
- Ψ_m
- Neprepustna površina zemljišča (m^2)
- Površina zemljišča (m^2)
- Koeficient odtoka
- Srednja vrednost koeficient odtoka

Izbira razmerja med podenotami gradbene parcele in izbira ureditve njihovih površin je lahko zelo raznolika. Zato je tudi razpon možnih količin padavinske vode, ki bo odtekala z zemljišča, zelo velik (Slika 2).



Slika 2. Primerjava značilnih vrednosti koeficientov odtoka (Ψ) na treh glavnih enotah gradbene parcele stavbe (vrednosti povzete po DWA-A 138E).



Količino odtoka padavinske vode za zemljišča s predvidenimi usmeritvami za organizacijo gradbenih parcel stavb lahko ocenimo s pomočjo urbanističnih faktorjev in predvidenih odtočnih koeficientov, ki pridejo v poštev za načrtovane posege.

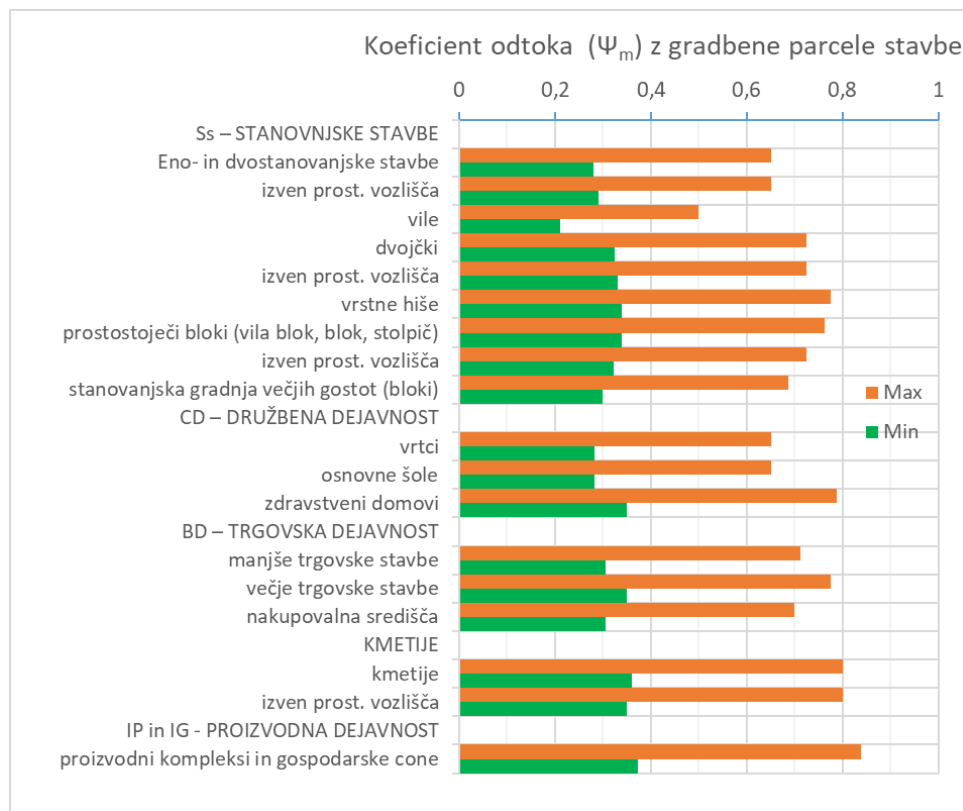
$$\Psi_m = FZ \cdot \Psi_Z + FU_P \cdot \Psi_{U_P} + FU_B \cdot \Psi_{U_B} + FRP \cdot \Psi_{GPS_R}$$

Vrednosti koeficientov odtoka (Ψ) za različne površine oziroma posege so podane v standardih (na primer, DWA-A 138E). Pri izračunu srednje vrednosti odtočnega koeficienta obravnavanega zemljišča predvidimo končno stanje organizacije parcel stavb ter najbolj in najmanj ugodne odtočne koeficiente, ki pridejo v poštev za posamezne podenote parcel. Na ta način dobimo možen razpon količine odtoka padavinske vode. In kar je še bolj pomembno, s tem dobimo tudi dober model, s kakšnimi izboljšavami organizacije parcel in odtočnih koeficientov posameznih površin lahko največ pridobimo pri zmanjševanju količine odtoka padavinske vode. Primer take ocene (Preglednica 5, Slika 3) prikazuje izbor najbolj ugodnih in neugodnih koeficientov odtoka ter izračunani razpon koeficienta odtoka za organizacijo gradbenih parcel po primeru usmeritev iz **Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.**

Predstavljeni primer izračuna kaže primer z bistveno večjim razponom možne izbire koeficientov odtoka v primerjavi z razporeditvijo deležev pdenot na gradbenih parcelah. V tem primeru je optimizacijo najbolj smiselno najprej izvesti z izbiro najugodnejših odtočnih koeficientov.

Preglednica 5. Primer izbire najmanj in najbolj ugodnih odtočnih koeficientov za predvidene površine.

Koeficient odtoka (Ψ)	FZ	FU_P	FU_B	FRP
Najmanj ugoden (Max)	0,95	0,95	0,7	0,2
Najbolj ugoden (Min)	0,4	0,5	0,3	0,05



Slika 3. Računski razpon koeficienta odtoka z različnih gradbenih parcel stavbe.



2.3. Načrtovanje kakovosti padavinske vode za odvodnjavanje

Osnovna delitev padavinske vode po kakovosti temelji na predpostavki, ali bodo na določeni enoti ali podenoti gradbene parcele lahko prisotne nevarne ali druge snovi, ki bi lahko obremenile padavinsko vodo.

Malo do neobremenjene so predvidoma padavinske vode, ki odtekajo z neutrjenih raščnih in zelenih tal, kjer ni prometa in drugih dejavnosti, ki bi imele izpuste snovi ali tveganje, da pride do sproščanja snovi, ki lahko onesnažijo tla in podzemno vodo. Enako velja za strešne vode, razen če gre za materiale, iz katerih se lahko izločajo snovi, ali če je zrak v okolju tako obremenjen, da onesnažuje strešne površine in padavine, še preden padejo na površino. Malo do neobremenjene so tudi utrjene bivalne površine, če gre za zelene površine nad objektom.

Ponikanje malo do neobremenjene padavinske vode predvidoma ne more povzročiti onesnaženja podzemne vode oziroma škodljivih vplivov na njeno kakovost. Ponikanje je zato možno izvesti v podtalje, torej s ponikalnim vodnjakom ali jarkom z upoštevanjem pogoja, da mora biti dno ponikalnice 1 m nad najvišjo gladino podzemne vode.

Padavinske vode z delovnih površin in cest v poslovnih in industrijskih območjih z znatnim onesnaženjem zraka ter s površin kot so, na primer, parkirišča za težka tovorna vozila, površine za letala na letališčih, ipd., so zelo obremenjene. Praviloma niso primerne za ponikanje niti preko biološko aktivnih tal, saj bi prišlo do kopičenja onesnaževal v tleh, kar bi prej ali slej uničilo biološko aktivnost tal. Za določitev načina odvodnje teh vod mora biti podrobneje opredeljena njihova obremenjenost oziroma obremenjenost odvodnjevanih površin (npr., DWA-A 138E, tabela 1, str. 14). Poleg tega so pomembne tudi značilnosti tal na zemljišču, saj imajo različna tla lahko zelo različne zadrževalne sposobnosti. Koristno je, da se kriteriji za ponikanje opredelijo tudi glede na značilnosti tal, predvsem njihovo debelino in zrnastost, torej zrnastostno sestavo (VSA^{iv}).

GPS	GPS_R	Z	GPS_R	ZP	Neobremenjena do malo obremenjena padavinska voda	Ponikanje neposredno v podtalje v ponikalni vodnjak ali jarek
			U_B	Z _{glav} Z _{pom} U _{B_{zno}}		
GPS	GPS_P	U	U_P	U _{B_{tlak}}	Malo do zelo obremenjena padavinska voda	Posebne zahteve: Ponikanje preko biološko aktivnih tal z zadostno ponikalno površino, ali s čiščenjem, ali brez ponikanja
				U _{P_{teh}}		
				U _{P_{kom}}		
				U _{P_{prom}}		

Slika 4. Osnovni pristop k načinu ponikanja glede na obremenjenost padavinske vode na odtoku z enote gradbene parcele.

Deleža odtoka padavinske vode, ki ju bo možno ponikati v podtalje ali odvajati po posebnih zahtevah, lahko računsko predvidimo glede na predvidene urbanistične faktorje in koeficiente odtoka.

$$dQ_{pon} = (FRP \cdot \Psi_{GPS_R} + FZ \cdot \Psi_Z + FU_{B_{zno}} \cdot \Psi_{U_{B_{zno}}}) / \Psi_m$$

$$dQ_{pz} = (FU_{B_{tlak}} \cdot \Psi_{U_{B_{tlak}}} + FU_P \cdot \Psi_{U_P}) / \Psi_m$$

dQ_{pon} Delež odtoka padavinske vode, ki ga bo možno ponikati v podtalje

dQ_{pz} Delež odtoka padavinske vode, ki ga bo možno odvajati po posebnih zahtevah

Primer izračuna deležev padavinske vode za ponikanje v podtalje in ponikanje po posebnih zahtevah je prikazan v preglednici (Preglednica 6).



Praviloma je predvideno, da se različno obremenjene vode odvajajo ločeno, sicer je treba upoštevati strožje zahteve za odvajanje.

Preglednica 6. Primer izračuna deležev padavinskega odtoka za ponikanje in odvajanje s posebnimi zahtevami.

Koficient odtoka (Ψ)	0,95	0,95	0,7	0,2			
Ss – stanovanjske stavbe - bivanje	FZ	FU_P	FU_B	FRP	Koef. odt. (Ψ_m)	Ponikanje v podtalje	Posebne zahteve za odvodnjo
eno- in dvostanovanjske stavbe	40	20		40	0,65	71%	29%
izven prost. vozlišča	30	30		40	0,65	56%	44%
vile	20	20		60	0,50	62%	38%
dvojčki	40	30		30	0,73	61%	39%
izven prost. vozlišča	35	35		30	0,73	54%	46%
vrstne hiše	50	20	10	20	0,78	75%	25%
prostostoječi bloki (vila blok, blok, stolpič)	40	25	15	20	0,76	69%	31%
izven prost. vozlišča	35	25	15	25	0,73	67%	33%
stanovanjska gradnja večjih gostot (bloki)	35	20	15	30	0,69	72%	28%
CD – družbena dejavnost							
vrtni	30	20	15	35	0,65	71%	29%
osnovne šole	30	20	15	35	0,65	71%	29%
zdravstveni domovi	50	25	5	20	0,79	70%	30%
BD – trgovska dejavnost							
manjše trgovske stavbe	50	15	5	30	0,71	80%	20%
večje trgovske stavbe	40	30	10	20	0,78	63%	37%
nakupovalna središča	40	20	10	30	0,70	73%	27%
Kmetije							
kmetije	50	30		20	0,80	64%	36%
izven prost. vozlišča	60	20		20	0,80	76%	24%
IP in IG – proizvodna dejavnost							
proizvodni kompleksi in gospodarske cone	60	25		15	0,84	72%	28%

Zgornji primer deležev površin gradbene parcele stavbe je priporočilo iz Priročnika za načrtovanje in organizacijo gradbene parcele stavbe, ki so ga izdelale družbe Urbanistični inštitut Republike Slovenije, Ljubljanski urbanistični zavod, d. d., in BD projektiranje, d. o. o.. Te deleže določajo občine zelo različno, vendar je možno tak sistem prenesti na različne nivoje. Spodaj (*Preglednica 7*) je za primer Ljubljane podana opredelitev faktorjev iz OPN MOL ID, ki so precej različni (zlasti za opredelitev "FRP").



Preglednica 7. Primer izračuna deležev padavinskega odtoka za ponikanje in odvajanje s posebnimi zahtevami (primer MOL, 2023).

2. SScv - Pretežno večstanovanjske površine					
Tip objekta	Vrsta tipa objekta / Namembnost objekta	FZ (največ)	FBP (najmanj)	FZP (najmanj)	FI (največ)
V	Stolpi, bloki	/	30 %	Ø	1,2
	Ploščica	70 %	20 %	Ø	/
	Hiša v terasah	70 %	20 %	Ø	/
VS	Stanovanjske stavbe	40 %	30 %	Ø	1,2
NV	Stanovanjske stavbe	40 %	35 %	Ø	/
3. SSse - Splošne eno- in dvostanovanjske površine					
Tip objekta	Vrsta tipa objekta / Namembnost objekta	FZ (največ)	FBP (najmanj)	FZP (najmanj)	FI (največ)
NA	Eno- in dvostanovanjska stavba	40 %	30 %	Ø	/
	Dvojček / na vsako stavbo dvojčka	40 %	30 %	Ø	/
ND	Eno- in dvostanovanjska stavba	40 %	30 %	Ø	/
NB	Vrstna hiša, verižna hiša	50 %	25 %	Ø	/
	Atrijaska hiša	60 %	20 %	Ø	/
Vsi tipi, razen NB	Nestanovanjske stavbe	40 %	Ø	25 %	/

Dodatno raščen teren opredeljuje 32. člen OPN MOL ID (MOL, 2023), ki pravi, da raščen teren predstavlja 100% FZP (ki se računa samo za nestanovanjske dejavnosti) in minimalno 50% FBP (ki se računa za stanovanjske dejavnosti). FBP ima dodaten pogoj, da je treba zagotavljati tudi minimalno 15 m² odprtih bivalnih površin na predvideno stanovanje, pri čemer mora isto polovico zahtevanih površin predstavljati raščen teren.



2.4. Pomen regulacijskih elementov pri načrtovanju odvodnje na enoti urejanja prostora

Preglednica 8. Pomen namenske rabe prostora in urbanističnih kazalnikov za načrtovanje odvodnje.

Element	Razpon vrednosti ψ_m na GPS	Pomen za odvodnjo padavinskih vod
Stanovanjske stavbe (Ss) $\psi_{m,tip} = 59 \%$	78 % - 21 %	Končno stanje za odvodnjo padavinskih vod pomeni največjo obremenitev pri rabi za proizvodne dejavnosti in najmanjšo pri stanovanjskih stavbah. Pri vseh rabah je z odtočnim koeficientom možen velik razpon zmanjšanja obremenitev.
Družbena dejavnost (CD) $\psi_{m,tip} = 60 \%$	79 % - 28 %	
Trgovska dejavnost (BD) $\psi_{m,tip} = 64 \%$	78 % - 31 %	
Kmetije (K) $\psi_{m,tip} = 72 \%$	80 % - 35 %	
Proizvodna dej. (IP in IG) $\psi_{m,tip} = 76 \%$	84 % - 37 %	
Faktor raščenih površin (FRP)	15 % - 60 %	FRP > 20 % omogoča ponikanje z razmerjem $r_A = 5$ in s tem najbolj obremenjene padavinske vode.
Faktor prekritih površin (FPP)	40 % - 86 %	FPP > 80 % onemogoča ponikanje najbolj obremenjenih padavinskih vod.
Faktor zazidanosti (FZ)	20 % - 60 %	Delež FZ + FRP predstavlja delež neobremenjene vode (FZ+FRP > 65 %) pomeni, da bo vsaj 2/3 padavinske vode malo obremenjene.
Faktor utrjenih zunanjih površin (FU)	20 % - 40 %	Delež površin, s katerih je treba računati na ponikanje skozi biološko aktivna tla.
FU-B - utrjene površine namenjene bivanju na prostem (npr. dvorišča, terase, tlakovane površine za rekreacijo),	5 % - 30 %	Zelo pomemben delež površin za možnost zmanjševanja odtočnega koeficienta.
FU-P - utrjene površine za prometne, komunalne in tehnične namene, ki podpirajo delovanje stavbe.	20 % - 35 %	Okvirni pokazatelj deleža obremenjenih površin, za katere je treba predvideti čiščenje (lovilec olj, biološko aktivna tla, zadostna ponikalna površina, ipd.).
Faktor zelenih površin (FZP) Brez Ss	15 % - 35 %	Pomemben delež površine, s katerim se zmanjšuje skupni odtočni koeficient zemljišča in omogoča tudi uporabo povečevanja evapotranspiracije.
Faktor odprtih bivalnih površin (FBP) Samo za Ss	30 % - 65 %	Zmanjšuje odtočni koeficient in povečuje možnost ponikanja.
Prekriti del gradbene parcele (GPS-P)	40 % - 86 %	Velik delež FZ v primerjavi z GPS-P (FZ/GPS-P > 0,5) pomeni, da bo večina padavinske vode malo obremenjene.



3. NAČRTOVANJE ODVODNJE ZA KONČNO STANJE UREDITVE

3.1. Regulacijski elementi

Načrtovanje na enoti urejanja prostora se začne z določitvijo namenske rabe, urbanističnih kazalnikov in gabaritov stavb.

Ob tem se lahko hkrati in sproti izračuna, kakšni bosta količini čiste in obremenjene padavinske vode ob določenem nalivu z izbrano varnostjo pred preplavljanjem.

Količino čiste padavinske vode (strešne vode in vode z odprtih bivalnih površin) se lahko ponika v podtalje brez čiščenja.

Količino padavinske vode z odprtih prometnih in komunalnih površin se lahko ponika brez dodatnega čiščenja, če je ponikanje izvedeno na odprti zaraščeni oziroma biološko aktivni površini. Velikost te površine mora biti vsaj 1/15 zatesnjene površine. V primeru če gre za bolj obremenjene odprte prometne površine pa 1/5 zatesnjene površine.

S pomočjo Karte ponikalne sposobnosti je mogoče ugotoviti, ali bodo pri ponikalnih sistemih potrebni posebni odmiki.

Prav tako je mogoče ugotoviti, ali bodo potrebni posebni odmiki med prekritimi površinami, zaradi preprečevanja izcejanja viseče podzemne vode iz stisljivih geoloških plasti v temeljnih tleh.

Na podlagi tega se uravnava in izboljšuje določitev regulacijskih elementov za optimalno izkoriščenost zemljišča in varnost investicij.

3.2. Možni odvodniki

■ Ponikanje

S pomočjo Karte ponikalne sposobnosti je mogoče predvideti, ali bo izpust in preliv v celoti ali delno ponikal ter kakšne bodo potrebne zadrževalne prostornine.

■ Izpust po površini

Za izpust po površini je treba predvideti zadrževanje, če se ugotovi, da bi prišlo do povečanega odtekanja na sosednja zemljišča. Zadrževanje se predvidi za omejitev odtoka na $q_{0(1,15)}$ in preliv za nalive s povratno dobo nad 10 let.

■ Izpust v površinski odvodnik

Za količino dovoljenega izpusta v površinski odvodnik je treba pridobiti informacijo od upravljalca. Če še ni posebne hidravlične ali ekološke opredelitve dovoljenega izpusta, se predvidi zadrževanje za omejitev odtoka na $q_{0(1,15)}$ in preliv za nalive s povratno dobo nad 10 let. Če tudi taka omejitev ni sprejemljiva, se predlaga omejitev na $q_{\min} = 10 \text{ l/s/ha}$ zatesnjene površine ali v skrajnem primeru na $q_{\min} = 2 \text{ l/s/ha}$ zatesnjene površine.

■ Izpust v padavinsko kanalizacijo

Za količino dovoljenega izpusta v kanalizacijo je treba pridobiti informacijo od upravljalca. Če še ni posebne hidravlične opredelitve zmogljivosti kanalizacije in dovoljenega izpusta, se predvidi zadrževanje za omejitev odtoka na $q_{0(1,15)}$ in preliv za nalive s povratno dobo nad 10 let. Če tudi taka omejitev ni sprejemljiva, se predlaga omejitev na $q_{\min} = 10 \text{ l/s/ha}$ zatesnjene površine ali v skrajnem primeru na $q_{\min} = 2 \text{ l/s/ha}$ zatesnjene površine.



- Izpust v mešano kanalizacijo

Če se predvidevajo posegi, s katerimi bo nastala odpadna padavinska voda, padavinske kanalizacije pa ni in ni predvidena, mora biti zagotovljen izpust vsaj $q_{\min} = 2 \text{ l/s/ha}$ zatesnjene površine in preliv za nalive s povratno dobo nad 10 let. Če glede na obremenjenost kanalizacije tega ni mogoče zagotoviti, posegi niso dopustni.

- Izpust v načrtovano padavinsko kanalizacijo

Če se padavinska kanalizacija šele načrtuje in so s strani skupnosti predvideni začasni nadomestni ukrepi, morajo biti projektne rešitve zasnovane tako, da bodo omogočale ustrezno priključitev po izgradnji kanalizacije. To pomeni, da morajo biti zadrževanje, izpust in preliv že dimenzionirani na predvideno zmogljivost in pripravljeni tako, kot jih bo upravljalec zahteval za priklop po izgradnji kanalizacije. Če ti robni pogoji še niso znani, je treba zagotoviti izpust vsaj $q_{\min} = 2 \text{ l/s/ha}$ zatesnjene površine in preliv za nalive s povratno dobo nad 10 let.

3.3. Zatesnjena površina zemljišča

Zatesnjena površina zemljišča se optimizira z vidika:

- prihranka prostora,
- zmanjšanja stroškov odvodnje,
- zmanjšanja potrebe po čiščenju padavinske vode oziroma ponikanja preko biološko aktivne plasti in
- uvajanja modro zelene infrastrukture v bivalno in delovno okolje.



B. PRIMERJALNA ANALIZA ODPORNOSTI ODVODNJE

4. ANALIZA PREDNOSTI IN MOŽNOSTI IZBOLJŠAV

Analizo prednosti določene enote urejanja in njene večje odpornosti odvodnje na podnebne spremembe lahko izvedemo s treh vidikov (*Preglednica 9* - prirejeno po VSA, 2025):

1. Kako je bila odvodnja načrtovana,
2. Kakšne so rešitve odtoka in zadrževanja padavinskih voda in
3. Kako je urejeno ponikanje in odvajanje padavinskih voda.

Velika prednost enote urejanja in dobra odpornost na podnebne spremembe je dosežena (2 - *Preglednica 9*):

- 1) če je bila odvodnja načrtovana že v idejni zasnovi s pomočjo različnih strokovnjakov (npr. hidrotehnik, hidrogeolog, arhitekt, arborist,...) in če rešitve presegajo minimalne zahteve;
- 2) če je delež neonesnaženih zatesnjenih površin vsaj 80 %, strehe imajo tudi učinek zadrževanja in se ne odvajajo v kanalizacijo, varnost stavb pred preplavljanjem pa je zagotovljena vsaj 25 let;
- 3) če se vsaj 80 % padavinske vode zadrži v naravnem vodnem krogu, skupni odtočni koeficient $\psi_m < 0,3$, padavinska voda pa se deloma ponovno uporablja zunaj in znotraj stavb.

5. KAZALNIKI ODPORNOSTI ODVODNJE

5.1. Načrtovanje odvodnje - iskanje najboljših rešitev

Iskanje dobrih rešitev je močno povezano z vloženim delom, časom in izmenjavo mnenj o tveganju. Pravočasen dogovor med strankami o sprejemljivosti vpliva posredno prispeva tudi k premisleku in večji odpornosti same investicije.

5.2. Odtok in zadrževanje - obremenitve na okolje in varnost

Priporočeni urbanistični kazalniki lahko že pri razmeroma visokih odtočnih koeficientih gradbenih parcel dosegaajo nad 60-odstotni delež neonesnaženih površin. Z zmanjšanjem deleža odprtih prometnih površin v korist povečanja raščениh, zazidanih in odprtih bivalnih zelenih površin ter z zmanjševanjem odtočnega koeficienta odprtih prometnih, komunalnih ali delovnih površin se delež neonesnaženih površin lahko občutno poveča proti 80 %.

Prednostno je treba najprej vsaj za strešne površine poiskati rešitve, da se v celoti (izpust in preliv) odvodnjujejo s ponikanjem, bodisi po površini, v površinski odvodnik ali s kombinacijo teh načinov. Še posebej v primeru glinastih vrhnjih plasti in mokrišč je treba streham poiskati tudi vlogo zadrževanja.

Po standardu SIST EN 752-2 se kanalizacija v mestnih središčih in industrijskih območjih načrtuje za varnost preplavljanja 1-x na 30 let, prelivu pa naj bi se pojavili šele s povratno dobo 5 let. Če je odvodnja na enoti urejanja načrtovana tako, da ob nalivih s povratno dobo do pet let ni prelivov, je minimalna zahteva po standardu izpolnjena in je zagotovljena tudi dobra varnost stavbe vsaj 25 let.



5.3. Ponikanje in odvajanje - vzdrževanje vodnega kroga

Že v zasnovi je mogoče predvideti ureditve, ki imajo vsaj 60 % čistih zatesnjenih površin. Ponikanje čistih vod je lažje zagotoviti kot ponikanje obremenjenih vod. Če se vsaj čiste vode odvajajo preko zadrževalno ponikalnih uleknin in vkopanih jarkov s prelivami, ki so predvideni posebej za območja s prepustnostjo $k \approx 10^{-6}$ m/s, se s tem zagotovi, da se v vodni krog vrne vsaj 80 % padavinske vode.

Skupni odtočni koeficient enote urejanja $\Psi_m < 0,8$ je lahko doseči praktično že z upoštevanjem priporočenih vrednosti urbanističnih kazalnikov (Slika 3).

S premišljenim načrtovanjem za prihranek prostora in zmanjšanje stroškov odvodnje dosežemo skupni odtočni koeficient enote urejanja $\Psi_m < 0,6$.

S ciljnim načrtovanjem modro zelene infrastrukture lahko dosežemo skupni odtočni koeficient enote urejanja $\Psi_m < 0,4$.

Ponovna uporaba vode pomeni tudi vračanje padavinske vode v vodni krog s ponikanjem, seveda če je izvedeno v skladu s sodobnimi standardi. Še bolj učinkovita je ponovna uporaba vode, s katero zmanjšujemo tudi porabo in odvzem vode iz vodnega vira. Če s ponovno uporabo nadomeščamo porabo vode znotraj stavbe, torej vode, ki jo nujno potrebujemo in bi jo v vsakem primeru porabili, je to največji prispevek k odpornosti na podnebne spremembe.

Preglednica 9. Ocena kazalnikov podnebne odpornosti odvodnje padavinskih vod na enoti urejanja (prirejeno po VSA, 2025).

Načrtovanje odvodnje	2	1	0
Soglasja	Optimiziran vpliv	Minimalne zahteve	Brez
Sodelava med strokovnjaki	Različne stroke	Ena stroka	En strokovnjak
Pravočasnost načrtovanja	Idejna zasnova / pobuda	Gradbeno dovoljenje	Po gradbenem dovoljenju
Odtok in zadrževanje	2	1	0
Delež neonesnaženih površin A_{imp}	$\geq 80 \%$	60 - 79 %	$< 60 \%$
Strehe	Zadrževanje/brez kanalizacije	Brez kanalizacije	V kanalizacijo
Varnost stavb	25 let	10 let	5 let
Ponikanje in odvajanje	2	1	0
Delež v naravnem vodnem krogu	$\geq 80 \%$	60 - 79 %	40 - 59 %
Odtočni koeficient Ψ_m enote urejanja	$< 0,3$	0,3 - 0,4	$\geq 0,4$
Ponovna uporaba vode	Znotraj in zunaj	Zunaj	Brez



C. ORODJA

Excel preglednica za izračun srednjega odtočnega koeficienta, dovoljenega izpusta in skupnega izpusta na končno stanje ureditve.

Kritični naliv	150	l/s/ha					1	2	3	4		Kritični naliv	150	l/s/ha	
Gradbena parcela (GPS)	1000	m²					0,1	3	0,05	0,2					
	0,1	ha					Koef.	l/s/ha	P. odtok _{min}	P. odtok _{max}					
Odtočni koeficienti	0,95	0,7	0,6	0,1											
							Dovoljeni izpust (l/s)				Potreben preliv v okolje, vodotok, ponika				
(% GPS)	SS – bivanje	Strešne	Prometne	Delovne	Raščene	Odtočni koef.	q _{izp1}	q _{izp2}	q _{izp3}	q _{izp4}		q _{p1}	q _{p2}	q _{p3}	q _{p4}
100	eno- in dvostanovajske stavbe	40	20		40	0,56	1	1	1	3		8	8	8	6
100	izven prost. vozlišča	30	30		40	0,54	1	1	1	3		8	8	8	6
100	vile	20	20		60	0,39	1	1	1	3		5	5	5	3
100	dvojčki	40	30		30	0,62	1	1	1	3		9	9	9	7
100	izven prost. vozlišča	35	35		30	0,61	1	1	1	3		9	9	9	7
100	vrstne hiše	50	20	10	20	0,70	2	1	1	3		9	10	10	8
100	prostostoječi bloki (vila blok, blok, stolpič)	40	25	15	20	0,67	1	1	1	3		9	9	9	7
100	izven prost. vozlišča	35	25	15	25	0,62	1	1	1	3		9	9	9	7
100	stanovajska gradnja večjih gostot (bloki)	35	20	15	30	0,59	1	1	1	3		8	8	8	6
	CD – družbena dejavnost														
100	vrtni	30	20	15	35	0,55	1	1	1	3		8	8	8	6
100	osnovne šole	30	20	15	35	0,55	1	1	1	3		8	8	8	6
100	zdravstveni domovi	50	25	5	20	0,70	2	1	1	3		9	10	10	8
	BD – trgovska dejavnost														
100	manjše trgovske stavbe	50	15	5	30	0,64	1	1	1	3		9	9	9	7
100	večje trgovske stavbe	40	30	10	20	0,67	2	1	1	3		9	10	10	8
100	nakupovalna središča	40	20	10	30	0,61	1	1	1	3		9	9	9	7
	Kmetije														
100	kmetije	50	30		20	0,71	2	1	1	3		9	10	10	8
100	izven prost. vozlišča	60	20		20	0,73	2	1	1	3		9	10	10	8
	IP in IG – proizvodna dejavnost														
100	IP in IG – proizvodni kompleksi in gospodarske cone	60	25		15	0,76	2	1	1	3		10	11	11	9
	Robni pogoj za dovoljeni izpust														
1	Privzeti odtočni koeficient v naravnem stanju														
2	Privzeti največji dovoljeni specifični odtok z zatesnjenih površin														
3	Privzeti minimalni odtočni koeficient v naravnem stanju														
4	Privzeti maksimalni odtočni koeficient v naravnem stanju														
q _{izp1}	Dovoljeni izpust (l/s) za dani robni pogoj														
q _{p1}	Potreben preliv (l/s) za dani robni pogoj														



6. VIRI

ⁱ [Tehnične smernice za krepitev podnebne odpornosti infrastrukture v obdobju 2021-2027.pdf](#)

ⁱⁱ V izvirniku: Will the project be a risk from raising levels of near-surface ground water?

Consider changes in construction design that allow for rising water levels and ground water levels (e.g. build on pillars, surround any floodvulnerable or flood-critical infrastructure with flood barriers that use the lifting power of approaching floodwater to automatically rise, set up backwater valves in drainage-related systems to protect interiors from flooding caused by backflow of wastewater). Improve the project's drainage.

ⁱⁱⁱ https://www.gzs.si/Portals/Panoga-Gradbenistvo/BIM_Smernice%20za%20modeliranje.pdf

^{iv} <https://vsa.ch/fr/fachbereiche-cc/assainissement-urbain/temps-de-pluie/>

DWA, 2005. DWA-A 138E: Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of Precipitation Water. Hennef: DWA - German Association for Water, Wastewater and Waste. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA). ISBN 978-3-937758-74-9.

MOL, 2023. Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana - izvedbeni del (neuradno prečiščeno besedilo, NPB št. 22 - odločba US, november 2023). Ljubljana: Mestna občina Ljubljana. Dostopno na:

https://www.ljubljana.si/assets/OPN-MOL/NPB-Odloka-OPN_MOL_ID_NPB-st.-22-odlocba-US_november-2023_BeJ.pdf

Nikšič, M., Dražič, B., Konda, K., Bizjak Komatar, N., Solomun, J., Mušič, B. & Bevc Šekoranja, B., 2021. Načrtovanje in organizacija gradbene parcele stavbe: Priročnik. Uredili: Červek, J., Peršak Cvar, S. & Jerman, Z. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Direktorat za prostor, graditev in stanovanja. ISBN 978-961-6276-50-4. Dostopno na:

https://www.gov.si/assets/ministrstva/MNVP/Dokumenti/Graditev/prirocnik_gradbene_parcele.pdf

OFT/OFEV (éd.) 2018. Directive Evacuation des eaux des installations ferroviaires, str. 31, Annexe 5.

VSA, 2025. Checklist pour une gestion durable des eaux de pluie dans les quartiers - Dossier complet. Glattbrugg: VSA - Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA). Dostopno na:

https://vsa.ch/wp-content/uploads/2025/04/1-Dossier_complet_gestion_durable_des_eau_de_plui.pdf